

明治大学社会科学研究所紀要

《応募論文》

生産管理における「業務プロセスと  
低エントロピー源のC-Dフレームワーク」

山下 洋 史☆

A Centralization-Decentralization Framework of Business Process and  
Lower Entropy Resource for Production Management

Hiroshi Yamashita

目 次

1. はじめに
2. スケジューリング問題とMRPシステム
3. SCMとTOCの概要
4. TOCのジレンマ・モデル
5. J I TシステムとMRPシステムにおける同期化
6. TOCに関する低エントロピー源フレームワーク
7. 生産計画の低エントロピー源フレームワーク
8. TOCにおける「分散化された低エントロピー源」の概念
9. 生産管理における「業務プロセスと低エントロピー源のC-Dフレームワーク」の提案
10. おわりに

1. はじめに

近年の激しい企業環境の変化と企業間競争を背景に、多くの企業がサプライチェーン・マネジメント (Supply Chain Management ; 以下「SCM」と呼ぶことにする) に高い関心を寄せている。このような動向をふまえて、筆者らは、文部科学省学術フロンティア推進事業「先端的グローバル・ビジネスとITマネジメントーGlobal e-SCM に関する研究」の活動を通して、積極的にSCM研究を展開している[1]~[4]。

SCMとは、藤野[5]によれば「不確定性の高い市場変化にサプライチェーン全体をアジル (俊敏・機  
☆商学部教授

敏) に対応させ、ダイナミックに最適化を図ること」とされる。これにより、従来は個別企業ごとに最適化を図ってきた業務プロセスを、部品調達・製造・物流・販売等のサプライチェーン（供給連鎖）全体の最適化へとシフトさせようとするのである。それぞれの企業は、独立した意思決定機構を持つが、情報技術（IT）を活用したメンバー間の情報共有により、工程間の「同期化」とコラボレーションを推し進め、環境の変化にサプライチェーン全体があたかも一つの組織体であるかのようにアジルに対応するわけである。

一方、SCMに対する社会的関心の高まりとともに、その「同期化」の思想を支えるTOC（Theory Of Constraints；制約理論）が注目されている。TOCは、サプライチェーンをシステムとして捉えた上で、システムの目的（ゴール）達成を阻害する制約条件を見つけ、それを活用・強化するための経営手法であり[6]、市場の変化に対する同期化した対応・アジルな対応を可能にしようとするものである。JITシステムやMRPシステムでは最終製品の生産のスピードにすべての工程を合わせ込むのに対して、TOCでは制約条件となる工程（ボトルネック）に他の工程を合わせ込むのである。その上で、制約条件の改善と同じペースですべての工程の生産性を高めることにより、サプライチェーン全体としてのスループットを拡大していくわけである。

本研究は、このような、SCMにおいてTOCの果たす役割を「低エントロピー源」の視点から論じるものである。そこで、筆者の先行研究[7]における「TOCのジレンマ・モデル」をふまえた上で、同じく筆者[8]の「TOCに関する低エントロピー源フレームワーク」をJITシステムおよびMRPシステムへと拡張することにより、「生産計画の低エントロピー源フレームワーク」を提案する。これにより、SCM（の中核となるTOC）のみならずJITシステムやMRPシステムにおいても、「ある工程にすべての工程を合わせ込む」ロジックが、スケジューリングに介在するエントロピーを奪い取り「すべての工程を同期化させる生産計画」という価値の高い（低エントロピーの）情報を生成する役割を果たすことを示唆する。

さらに、提案フレームワークに基づき、SCMの低エントロピー源をJITシステムおよびMRPシステムと比較することにより、筆者ら[29]の提示している「分散化された低エントロピー源」と「集中化された低エントロピー源」の概念を紹介する。前者はSCMに対する概念であり、後者はJITシステムやMRPシステムに対する概念である。これにより、JITシステムやMRPシステムが最終工程（多くの場合、中核企業）のみに生産計画の低エントロピー源を集中させているのに対し、SCMではすべての工程が低エントロピー源となりうるという、分散化された同期化ロジックを有していることを指摘する。

その上で、業務プロセスと低エントロピー源のそれぞれについて、集中・集権（C；Centralization）と分散・分権（D；Decentralization）の組み合わせにより、SCM、JITシステム、MRPシステムに、筆者らの開発したMAPS-TOC<sup>(注3)</sup>を加えた4つのシステムの特徴を簡潔な形式で記述するための「業務プロセスと低エントロピー源のC-Dフレームワーク」を提案する。これにより、JITシステム、MRPシステム、SCMといった現在の生産管理をリードするシステムの類似点・相違点を視覚的に記述すると同時に、これら3つのシステムがカバーしていない、集権的（C）な業務プロセスと分散化

(D) された低エントロピー源の組合せ (C-D) にMAPS-TOCが位置づけられるという視点を提示する。

## 2. スケジューリング問題とMRPシステム

MRPシステムの「MRP」とは、Materials Requirements Planning (資材所要量計画) を意味し、このためのシステム、すなわち「資材所要量計画システム」が狭義のMRPシステムに相当する。しかしながら、生産管理システムとしてのMRPシステムは、工程間の同期化を実現するための資材所要量計画を核としながらも、在庫管理、資材・購買管理、原価管理、技術情報等を含んだ総合的なシステムである。MRPシステムもJITシステムやSCMと同様に同期化、言い換えれば「ジャスト・イン・タイム」の思想に基づいた、仕掛り在庫の削減をねらいとしている。

MRPシステムの最大の特徴は、製品の計画 (基準生産計画; Master Production Schedule, 以下「MPS」と呼ぶことにする) のみをコンピュータに与えれば自動的に所要量展開が行われ、部品はコンピュータが計算する資材所要量計画 (狭義のMRP) にしたがうことである。これにより、必要なもの以外は作らせない、また必要なものであっても必要なときにしか作らせないという「管理」を徹底し、むだな仕掛在庫を持たないようにするのである。

したがって、MRPシステムは最終工程 (多くの場合、製品) の計画 (MPS) に、すべての前工程の計画を合わせ込む (同期化させる) ところに特徴がある。この「最終工程」は、サプライチェーンの中で最も市場に近いところに位置する。すなわち、MRPシステムにおいてすべての工程が同期化を図るべき最終工程は、市場の動向を最も良く反映するところに位置するのである。言い方を変えれば、MRPシステムはMPSを通して、市場の動向をサプライチェーン全体にストレートに反映させる構造になっているということになる。

そこで、MRPシステムでは、いかにして「優れたMPS」を作成するかが重要な課題となる。これは、基本的にスケジューリングの領域に位置する問題である。スケジューリング問題は、多目的で複雑で問題設定が多岐にわたり、最適化が困難であることから、これまで「非常に厄介な問題」とされてきた。この厄介な問題に対してシンプルかつ統一的な計画方法を提示する役割を果たした生産管理システムが、ここで述べているMRPシステムである。そのため、MRPシステムは世界中の多くの企業に採用され、最も広く企業に普及した生産管理システムとしての地位を築いたのである。

しかしながら、MRPシステムでは、非常にシンプルなスケジューリングを行うがゆえに、生産リードタイムを「固定値」として扱い、生産工程の負荷を考慮しない「無限負荷山積」手法を用いてきたという大きな問題点がある[9]。ここに、MRPシステムにおいて計画と現実のギャップを生じさせる主たる要因が存在する[10]。このような問題点に対応するため、多くのMRPシステムに負荷オーバーを知らせる機能が導入されるようになったのであるが、負荷をならして実行可能な計画にするのは人手に頼ってきたのが実状であった。

そこで、多くの「有限負荷山積」スケジューリング手法が開発され、対象範囲や前提条件を限定した個別の問題に対してはある程度の効果を発揮するようになってきた。しかし、これらのスケジューリング手法は問題設定が多岐にわたっており、MRPシステムのように対象範囲の広い一般的な生産管理に用いるには、不十分であった。その結果、MRPシステムを導入した多くの企業では、生産を熟知したベテラン生産計画担当者が経験と勘でスケジューリングを行ってきたのである[9]。筆者らの開発したMAPS-TOC[23]は、このような問題点に目を向け、MRPシステムの枠組みの中でTOCの考え方にしながらスケジューリングを自動的に行うための方法を提示しようとするものである。

一方、MRPシステムでは、市場の動向（受注または需要予測）にしたがって、計画部門が独立重要品目（多くの場合、製品）の計画（MPS）さえ作成すれば、従属需要品目（部品）の計画は、コンピュータがMPSを基に所要量展開することにより、自動的に作成される。ここで注意しなければならないのは、従属需要品目の計画作成を「自動化」することがMRPシステムの目的ではなく、自動的に作成することにより「独立需要品目が必要とするものだけを必要な分だけ必要な納期で生産するようにさせる管理」を目的としているという点である。言い換えれば、不必要な従属需要品目の計画は作成させないということになる。これにより、ジャスト・イン・タイムの思想に基づいた生産計画が作成されるのである。そこで、MRPシステムの運用としては、最終製品のみが独立需要品目で、それに使用される部品はすべて従属需要品目であることが望ましい。なぜなら、ある一部の部品を独立需要品目にすると、その部品は製品に使用される計画（需要）がなくても、MPSを設定すれば生産されることになり、むだな在庫を作る要因となるからである。

以上のことをふまえると、もしMPSの自動作成を行うことができれば、MPS作成から所要量展開、オーダー発行に至るまで、MRPシステムの処理の自動化が可能となることがわかる。それと同時に、MPS作成のロジックにTOCの考え方を導入することにより、独立需要品目のみならず従属需要品目の生産能力も考慮に入れた計画が作成されるようになることが理解される。このような問題意識に基づき、筆者らの学術フロンティア大型研究プロジェクトでは、MRPシステムの「有限負荷山積」による弊害を解消すべくMAPS-TOCを開発したのである。

### 3. SCMとTOCの概要

リエンジニアリング（Business Process Reengineering；BPR）に行き詰まりを感じた多くの日本企業が、前述のように、SCMに高い関心を寄せている。SCMが注目されている背景には、バブル崩壊後の日本経済の不況、コラボレーションやアジリティへの関心の高まり、パートナリングの必要性の増大等、多くの要因があるものと考えられる。SCMは、これまで部門ごとの最適化、企業ごとの最適化にとどまっていた情報・物流・キャッシュに関わる業務の流れを、サプライチェーン全体の視点から見直し、ITの積極的活用による情報の共有化と全体最適のためのビジネス・プロセスの改善・改革を通じて、サプライチェーン全体のキャッシュフローの効率を向上させようとするマネジメント・コンセプトであ

る[5]。

上記のアンダーラインを引いたキーワードに注目すると、これらはBPRと共通していることがわかる。すなわち、SCMは「ITを活用した情報の共有化」により「全体最適のための業務プロセスの改善・改革」を行なう点でBPRと同様の思想を持っており、その際の視点が個別企業にあるかサプライチェーン全体にあるかが異なっているのである。したがって、SCMの考え方に従えば、BPRがめざす最適性は「部分最適」（これは、筆者ら[11]のいう「局所最適」に相当する）であるのに対して、SCMは「全体最適」をめざすということになる。もちろん、BPRにとってはそれが部分最適を意味するものではなく、個別企業にとっての「全体最適」を意味するが、サプライチェーン全体にとっては部分最適となるのである。

部分最適は、「目標の一貫性」が保たれている場合、全体最適の方向性と一致する。これは、旭[12]のいう「統合原理が適用可能」な場合に相当し、各部門や個別企業がサプライチェーン全体のことを考えていなくても、結果としてサプライチェーン全体のパフォーマンスを最大化する構造となっているのである。しかし、それを現実の世界において期待することは難しく、一般には全体最適と部分最適との間に「ズレ」が生じる。

そこでSCMでは、TOCに基づく工程間の同期化と、それによる全体最適の追求を重視している。TOCとは、圓川[6]によれば、サプライチェーンをシステムとして捉え、「システムの目的（ゴール）達成を阻害する制約条件を見つけ、それを活用・強化するための経営手法」とされる。これにより、市場の変化への迅速かつ同期化した対応を可能にし、企業競争力を高めるのである。

ここで、目的達成を阻害する制約条件は、多くの場合「ボトルネック」を意味する。サプライチェーン全体のパフォーマンスを決定づける要素は、最も条件の良い工程（例えば、最も生産能力の高い工程）やサプライチェーン全体の平均ではなく、ボトルネック（最も条件の悪い工程；例えば、最も生産能力の低い工程）である。従来は、各工程が個別に生産性を向上させるための改善を行ってきたが、ボトルネックをそのままにして他の工程をいくら改善しても仕掛り在庫を増加させるだけで、全体のスループット向上には結びつかない。それだけでなく、交通渋滞と同様に、かえって仕掛り在庫がスムーズな生産の達成を妨害してしまうことも多い。そこで、SCMではサプライチェーン全体の目的（ゴール）達成を阻害する制約条件（ボトルネック）を見つけ、その部分に全体を合わせると同時に、その部分を改善していくことにより、すべての部分を同期化させながらスループット<sup>(註2)</sup>を向上させ、全体最適の達成をめざすのである。

TOCの出発点は、生産システムの関係者の頭を長年悩ませてきた「スケジューリング問題」に対する、シンプルで汎用的なソフトウェアの開発にある[9]。このスケジューリング・ソフトウェアは、OPT（Optimized Production Technology）と呼ばれる。スケジューリング問題は、前述のように、多目的で複雑で、最適化が困難であるため、これまで「非常に厄介な問題」とされてきた。この厄介な問題な問題に対してシンプルかつ統一的な計画方法を提示するという意味で、最も広く企業に貢献した生産管理システムがMRPシステムであるが、一方でMRPシステムには、前述のように、非常にシンプルなスケ

ジューリングを行なうがゆえに、生産リードタイムを「固定値」として扱い、従属需要品目の負荷を考慮しない「無限負荷山積」手法を用いているという大きな問題点が存在する[9]。MRPシステムの計画通りに生産が行なわれれば、生産ロットのレベルでの「同期化」が達成されるが、実際には計画と現実の間にギャップを生じさせることが多かったのである。

そこで、このような問題点に対応するため、多くの「有限負荷山積」スケジューリング手法が開発されたが、これらのスケジューリング手法は問題設定が多岐にわたり、MRPシステムのように、どのような問題に対してもシンプルかつ統一的な計画方法を提示するものではなかった。その結果、多くの企業において現実にはベテラン生産計画担当者の経験と勘に頼ってMPSを作成してきたのである。

このような状況のもとで、ゴールトラットにより開発されたシンプルで汎用的なスケジューリング・ソフトウェアが、OPTである。しかし、彼はOPTの詳しいロジックを一切公表せず、この基本原理をわかりやすく説明した小説「ザ・ゴール」[13]を出版した。これが、ベストセラーとなったことは記憶に新しいが、このようなタイプの小説がベストセラーになるのはとても珍しいことであろう。

その一方で、OPTを導入した企業の多くが、そのソフトウェアの導入にばかりエネルギーを集中させてしまい、経営者や管理者の意識を変革させる「マインドウェア」の面に対する注意の配分[14]が不十分になるという問題が生じた。そこで、ゴールトラットはOPTの改善を考え、その背後にある原理をTOCへと発展させた。これにより、OPTのスケジューリング・ソフトウェアは、制約条件に改善活動を集中させサプライチェーンの全体最適をめざすTOCの理論へと進展していったのである[9]。

ただし、SCMが全体最適をめざすために集権的なコントロールを強化して、各工程・各部門や各企業の主体的・自律的な活動を否定しようとするものではないという点に注意を要する[15]。SCMにおいて、全体最適のための改善の源泉は一人一人のメンバーの知的・創造的活動である。そのため、「個の自律性の尊重」を基本的なスタンスとしている。このことが、本研究で提示する「分散化された低エントロピー源」の概念につながっていくのである。個の自律性を尊重しながら全体最適をめざすためには、サプライチェーン全体に共有された目的・価値に基づく的確な水平的コーディネーションが要求される。それは、「野放し」の個の自律性では局所最適（局所最適[11]）をもたらす可能性が高くなってしまうからである。

このように、SCMでは、部門もしくは企業の壁を越えた調整（水平的コーディネーション）や意思決定が必要となるため、多くの場合、サプライチェーン全体の最適化に関するマネジメントを行なう「SCMチーム」が編成される。これは、SCMチームによるプロジェクト型の対応が行なわれることを意味する。このプロジェクト型のチームがSCMの企画を行なうのであるが、その際に各部門や各企業をコントロールする立場にあるわけではないところが重要である。業務プロセスの最適化のための各部門や各企業の自律的対応はSCMの基本であり（個の自律性の尊重）、SCMチームが行なうのは全体最適のための仕組み（システム）作りである。

そのためには、SCMチーム内およびサプライチェーン全体の両面での「情報共有」が大切である。なぜなら、集権的コントロールに基づく全体最適化であれば、各部門あるいは各企業はセンターが作成し

た計画通りに実行さえすればそれで良いのであるが、個の自律性を尊重したSCMにおける全体最適化では、情報の共有化により意思決定の基盤をそろえることが必要となるからである[16]。

SCMチームにおいても、サプライチェーン全体においても、情報共有を進めるためには、部門間や企業間の空間的制約の克服が必須条件となる。さらに、稼働日あるいは稼働時間帯が異なる場合には、時間的制約の克服がこれに付加される。そこで、SCMではIT、とりわけ情報ネットワークの活用が重視される[17]。BPRと同様に、情報ネットワーク上でサプライチェーン全体に共有された情報を基に意思決定を行なうわけである。これにより、エンパワーメントを基礎とした各メンバーや各部門、あるいは各企業の自律的対応をサポートすると同時に、その際の部分最適（局所最適）を防止して全体最適へと導くのである。SCMにおけるこのようなITの積極的活用によるメンバーの自律的・能動的問題解決は、筆者ら[19]–[22]の提示しているOJC（On the Job Computing；職場内コンピューティング）の考え方と整合的である。

筆者[9]は、この「情報の共有化」に注目し、BPRを媒介としてSCMと日本の組織特性を対応づけるための「拡張代替的双対モデル」を提案している。これは、個別企業を対象としてきた、筆者の「代替的双対モデル」[18]を、サプライチェーン全体に「拡張」したものであり、全体最適における「全体」の範囲の違いを表現している。また、業務プロセスの分権性にともなう局所最適の追求をITの活用による情報の共有化が防止するという意味で、日本の人事管理の集権性とBPRにおけるITの活用との代替性に類似した関係として、日本の系列親企業を中心とした企業グループにおける帰属意識とSCMの企業群におけるITの活用との関係を位置づけている。

これにより、日本において企業グループ（例えば、JITシステムにおける系列親企業）への高い一体感・忠誠心が分権的な業務プロセスによる局所最適の追求を防止するという役割を、SCMではIT、とりわけ情報ネットワークの積極的活用による「情報の共有化」が果たすことを示唆している。さらに、JITシステムでは最終工程のスピードにすべての前工程が「かんばん」を介して連鎖的に合わせ込むのに対し、SCMではボトルネックとなる工程のスピードに他のすべての工程が合わせ込むという相違点を持つ一方で、両者とも個の自律性の尊重にともなう分権的な業務プロセスとそれによる局所最適の追求を防止する方策を有するという類似点を持つことを指摘している。

このように、SCMにおいてTOCによる「同期化」とITの積極的活用による「情報の共有化」は、その中核に位置づけられる概念であり、これらを通してサプライチェーン全体の最適化をめざすのである。

#### 4. TOCのジレンマ・モデル

大量消費を前提とした大量生産が困難な状況となっている今日、同一品目を連続して生産する「少量多量生産」、「連続生産」は困難な状況になってきている。一方で、完全な「個別生産」は生産効率を著しく低下させてしまう。そこで、多くの企業が、多様なニーズへの対応と量産効果の両面を併せ持つ「ロット生産方式」を採用している。ロット生産方式において、仕掛り在庫を削減・極小化するためには、

MRPシステムのように、すべての工程の生産を「同期化」させる必要がある。これは、「ある工程」にすべての工程を合わせ込むことを意味する。MRPシステムでは、その「ある工程」が最終工程（独立重要品目）なのである。

一方、TOCがボトルネック（制約条件）にすべての工程を合わせ込むというシンプルなロジックを持つことは前述の通りである。これにより比較的むりなく、上記のような同期化を達成することができるのである。したがって、SCMではボトルネックさえ明らかにすれば、その工程の生産スピードにすべての工程を合わせ込めば良いことになる。TOCにおいてボトルネックは一般に最も生産能力の低い工程であり、これを明らかにすることは一見、容易であるかのように思われる。

しかし、それは同一の品目を直列的に流し続ける「連続生産方式」の場合であって、段取替えを繰り返しながら多くの品目を生産するロット生産方式では、ボトルネック工程を明らかにすることはそれほど容易なことではない[7]。なぜなら、サプライチェーンが直面する状況によってボトルネックとなる工程がどこかについて変動するからである。言い換えれば、単純に「最も生産能力の低い工程」がボトルネック工程であるとは限らないのである。それでは、なぜボトルネックが変動するのであろうか？

筆者[7]は、その要因について検討し、図1の要因A～要因Dを指摘している。

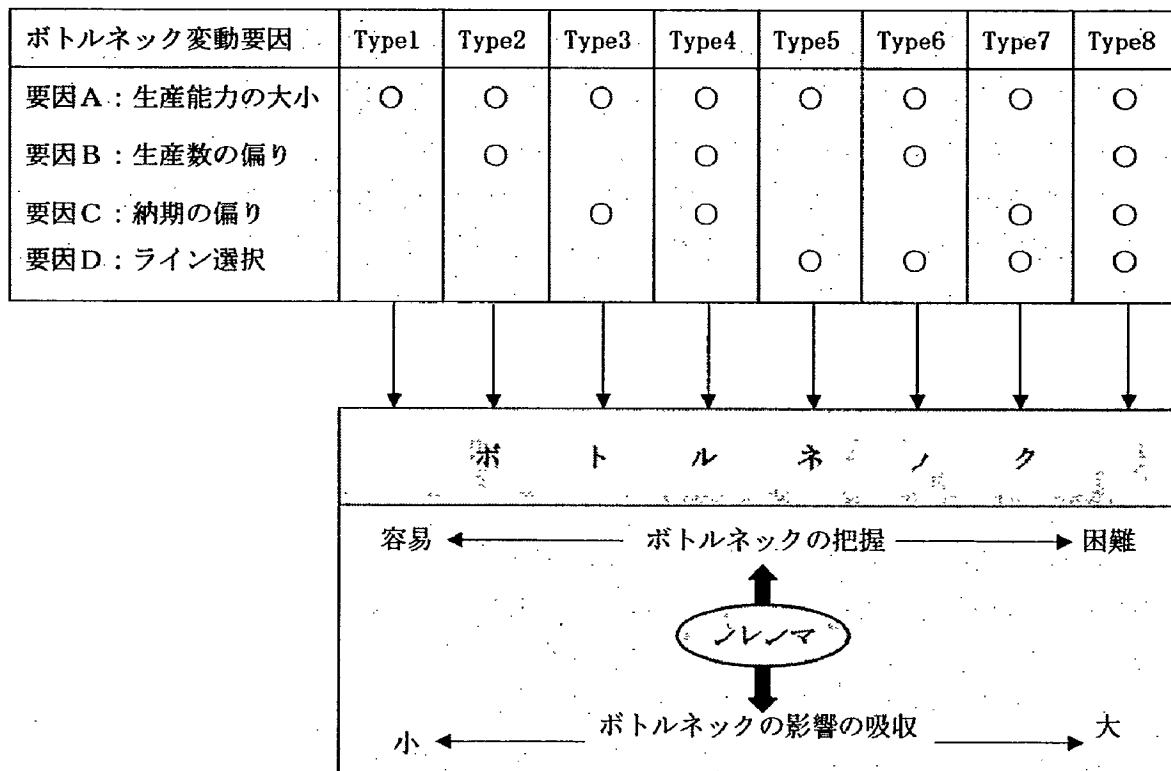


図1. ロット生産方式におけるTOCのジレンマ・モデル（筆者[7]）



ボトルネックの主たる決定要因は、前述の「最も生産能力の低い工程が制約条件となる」ということからわかるように、各工程の「生産能力の大小」（要因A）である。これに対して、「ボトルネックとなる工程がどこか」を変動させる要因として、品目間での「生産数の偏り」（要因B）を指摘することができる。もし、同一品目のみを生産する連続生産方式であれば、これはボトルネックを変動させる要因とはならない。ところが、多くの品目を生産するロット生産方式の工程では、全体の生産数は一定であっても、品目間の生産数の偏りによって、その品目を担当する工程の負荷が増大するため、ボトルネックとなる工程がどこかについて変動するのである。

また、ある期間の各品目の生産数が一定であっても、それらの「納期の偏り」（要因C）によってボトルネックとなる工程が変動する。なぜなら、納期の偏りの大きい品目を多く生産する工程では、その工程の生産数が一定であっても、一時的に負荷が増大してボトルネックとなりうるからである。

さらに、これらの変動要因に対応するために「ライン選択」（要因D）を行なうことが可能な場合は、ライン選択の仕方によってボトルネックとなる工程が変動する。なぜなら、ある工程に大きく負荷が偏ってボトルネックとなった場合、その負荷を軽減するためにそこで生産すべき品目を他のラインに移すことによって、ボトルネックが他の工程へと移動するのである。

このように、多くの品目を断続的に生産するロット生産方式では、ボトルネックの決定要因は単純ではなく、しかも複数の要因が組み合わさってボトルネックとなる工程を変動させるのである。そのため、TOCは「ボトルネックにすべての工程を合わせ込む」というシンプルなスケジューリング方法であるが、そのボトルネックがどこにあるかの把握はシンプルであるとはいいきれない。ボトルネックとなる工程は逐次変動しており、「ボトルネックがどの工程か？」の把握は、一般に考えられているよりもずっと複雑である。MRPシステムではすべての工程が合わせ込むべき最終工程（独立重要品目）の把握は容易であるが、TOCにおいて「ボトルネックとなるのはどの工程か？」の把握は、一般に考えられているほど容易であるとは限らないのである。

以上のことをふまえて、筆者[7]は、ロット生産方式における「ボトルネックの把握の困難さ」と「ボトルネックの与える影響を吸収する大きさ」との関係に注目し、図1のような「TOCのジレンマ・モデル」を提示している。

図1において、要因Aのみによってボトルネックが決まる最もシンプルな場合がType1であり、Typeの番号が大きくなるにしたがって基本的に問題が複雑になる。Type8が最も複雑な場合であり、要因A～要因Dのすべての要因が関連する。したがって、Type1に近いほどボトルネックの把握が容易であり、Type8に近いほどこれが困難である。

ボトルネックの把握が相対的に困難なType5～Type8は、要因Dの「ライン選択」をともなっているため、生産能力と負荷の間のギャップをある範囲で吸収することが可能である。普通であればボトルネックとなるはずの工程から生産の一部を他のラインに放出すること（ライン選択）により、その工程の負荷が軽減するのである。こうしてボトルネックとなるはずの工程の負荷が軽減された場合、他の工程にボトルネックが移動する可能性がある。

このようにライン選択は、生産能力と負荷の間のギャップを小さくする一方で、どの工程がボトルネックとなるかについての把握を難しくする。要因A～要因Cによる変動をライン選択によって吸収しようとする（要因D）は、生産能力と負荷の間のギャップ（ボトルネックの影響）を最小限に抑える上で好ましいことであるが、それがかえってボトルネックの把握を難しくするという、ジレンマを生じさせるのである。このことから、ボトルネックの影響の抑制とボトルネックの把握との間にはトレード・オフの関係が存在し、ロット生産方式、あるいは多種少量生産におけるTOCの運用を難しくしてしまうことが理解される。さらに、TOCの運用が困難であることは、SCMにおいて多種少量生産を展開する際の制約となることを意味する。スケジューリング問題を簡素化するはずの制約理論（TOC）におけるボトルネックの把握自体が、SCMの「制約条件」となってしまうというジレンマが存在するのである。このジレンマが、ロット生産方式・多種少量生産におけるTOC、そしてSCMの運用の難しさを表している[7]。

そこで筆者らの学術フロンティア大型研究プロジェクト<sup>(註1)</sup>では、TOCのジレンマの克服に挑戦すべく、ボトルネックとなる可能性のある工程の生産能力と負荷の関係を、基準生産計画（Master Production Schedule ; MPS）に反映させることを考え、TOCに基づく基準生産計画作成システム（Master Production Schedule system based on Theory Of Constraints ; MAPS-TOC [23]）を開発した。これにより、ボトルネックとなりうる従属需要品目の負荷を考慮したMPSをコンピュータが自動的に作成することを可能にしたのである。

## 5. J I TシステムとMRPシステムにおける同期化

今日の生産管理において、J I TシステムとMRPシステムは「二大生産管理システム」といわれ、どちらも工程間の「同期化」、すなわちジャスト・イン・タイムの考え方を基本としている。J I Tシステムがジャスト・イン・タイムをめざしたシステムであることは誰もが認めるところであるが、そのこととの対比において、MRPシステムはジャスト・イン・タイムをめざしたシステムでないと思われがちである。

しかしながら、MRPシステムでは最終工程の基準生産計画（MPS）にすべての工程の生産計画を合わせ込むことにより、基本的にはJ I Tシステムと同様にジャスト・イン・タイムをめざしている。ただし、J I Tシステムとは異なり、MRPシステムは「平準化生産」や「1個流し生産」の考え方を持たないため、生産ロット単位でのジャスト・イン・タイムとなる。逆に言えば生産ロット分は、後工程の生産が完了するまで仕掛り在庫となるのである。また、生産ロット単位でのジャスト・イン・タイムにより削減される在庫は主として仕掛り在庫であり、上記のように平準化生産や1個流し生産の思想を持たないため、MPSの如何によっては完成品在庫が増大し易い。それでも、MRPシステムもJ I Tシステムと同様に、ジャスト・イン・タイムあるいは仕掛り在庫の削減を基本思想としていることには変わりはない。

このような「ジャスト・イン・タイム」を実現するためには、SCMと同様に、工程間の「同期化」が必須条件となる。その際に注意すべき点は、SCMが「ボトルネック」にすべての工程を合わせ込む同期化であるのに対して、JITシステムやMRPシステムは「最終工程」にすべての工程を合わせ込む同期化であるということである。この違いが本研究では重要な意味を持ち、8節において「分散化された低エントロピー源」、「集中化された低エントロピー源」の概念を提示する際の基礎となる。

最終工程は、市場に最も近く市場の動向がストレートに伝わる位置にあるため、もし最終工程にすべての工程を合わせ込むことに何の問題も生じないのであれば、市場の動向にリンクした生産という意味でそれが理想である。しかしながら、MRPシステムでは「無限負荷山積み」による負荷オーバーに関連した多くの問題点（生産の混乱、納期遅れ、督促業務の増加等）が、またJITシステムでは下請企業での残業・休出や在庫の所有（本来、JITシステムでは仕掛り在庫を持たないことになっているが、多くの下請企業は最終工程のどのような要求にも応えることができるように在庫を所有していることが多い）等の過度な対応の上に成り立っているという問題点が存在する。そこで、これらの問題点を克服するためには、SCMにおけるTOCの「ボトルネックにすべての工程を合わせ込む」という同期化ロジックの方が現実に対応となる。その意味で、両者はそれぞれ一長一短を持っている（これに関する詳細の議論については、筆者[15]を参照）。

ここで、JITシステムとMRPシステムの「最終工程にすべての工程を合わせ込む」という同期化ロジックに焦点を当てて両システムを比較すると、MRPシステムは直接すべての工程を最終工程に合わせ込む「直接的な同期化」であるのに対して、JITシステムの場合は後工程の生産に前工程を合わせ込み、後工程はその次の後工程に合わせ込むという「連鎖」によって結果的に最終工程に合わせ込む「間接的な同期化」である。JITシステムでは、かんばんによる工程間の作業コーディネーションの連鎖が、間接的にすべての工程を最終工程に合わせ込む構造となっているのである。その意味から、MRPシステムはJITシステムとの比較において、最終工程に「高度に集中化された同期化ロジック」を持つということになる。

このような、最終工程に対するJITシステムとMRPシステムの間「傾斜」の違いが、両者の業務プロセスの違いに反映されているように思われる。それを簡潔に表現するならば、JITシステムの場合が「水平的コーディネーション」、MRPシステムの場合は「垂直的ヒエラルキー・コントロール」ということになる。

MRPシステムでは、独立需要品目（ほとんどの場合、最終工程に位置する製品）のみ人間が生産計画（MPS）を作成し、従属需要品目（部品・原材料）の生産計画についてはコンピュータが自動的に作成する。コンピュータが従属需要品目の計画を作成することにより、従属需要品目を担当する工程の人たちには自らの計画を作成させないのである。これは、各工程にとって都合が良いが、仕掛り在庫を生んでしまうような局所最適の計画を防止するためであり、その根底には、現場の実行部門への計画機能の権限委譲は局所最適の計画をもたらしてしまうという思想が流れているように思われる。そこで、最終工程を持つ中核企業のセンター（生産統括部門）が全体最適の観点からMPSを作成し、このMPSに同

期化させるような（ジャスト・イン・タイムの）従属需要品目の生産計画をコンピュータが自動的に作成するのである。

このように、MRPシステムでは、ヒエラルキーの頂点に位置する生産統括部門が現場の実行部門をコントロールする「垂直的ヒエラルキー・コントロール」に従った業務プロセスが構築されている。さらに、製品を構成する部品のストラクチャー（B/M; Bill of Materials）においても、ヒエラルキーの頂点に位置する独立需要品目（製品）にすべての従属需要品目（部品・原材料）が従うことになる。筆者[24]はこういったMRPシステムの垂直性に関して、センターによる実行部門のコントロールと製品による部品・原材料のコントロールという意味で「二重に垂直的」であるとしている。

一方、JITシステムでは、センターが作成する計画は大枠を示すものにすぎず[25]、詳細の実行計画は各工程に権限委譲されている。現場の「かんばん」が事実上、詳細の計画の役割を果たしているのである。このような、現場の実行部門間でのかんばんを用いた「水平的コーディネーション」により、各工程が環境の変化やトラブルに対して自律的にかつ柔軟に対応するところに、JITシステムの大きな特徴がある。そういった意味で、JITシステムの業務プロセスは「分権的」であり、MRPシステムの垂直的ヒエラルキー・コントロール中心の「集権的」な業務プロセスとは明らかに異なる。この違いを、青木[25]の双対原理の枠組みで捉えると、JITシステムは日本の組織特性に、またMRPシステムは欧米（とりわけ米国）に対応づけられることがわかる。すなわち、JITシステムとMRPシステムは、それぞれ日本と欧米の組織特性を大きく反映したシステムとして位置づけることができるのである[16]。

## 6. TOCに関する低エントロピー源フレームワーク

これまで、スケジューリング問題は多目的かつ複雑で、最適化が困難であるため、「非常に厄介な問題」とされてきたことは前述の通りである。この厄介な問題に対して、JITシステムやMRPシステム、さらにはSCMにおけるTOCが、シンプルかつ統一的な計画方法を提示する役割を果たしてきた。これらは、ある工程にすべての工程を合わせ込むという、きわめてシンプルなスケジューリングを可能にするものである。

一般にスケジューリング問題が、多目的かつ複雑であるということは、スケジューリングのための情報が高エントロピーの状態にあることを意味する。なぜなら、エントロピーは「あいまいさ、あるいは無秩序さの大きさ」を表わす概念であり、多目的かつ複雑なスケジューリングのための情報はあいまいさが大きい状態にあるものと考えられるからである。このエントロピーは、自然や社会がそれを放っておくと、不可逆的に増大し続けると考えられている（エントロピー増大の法則）。そこで、我々は何らかの「低エントロピー源」を投入することにより、エントロピー増大に対抗しなければならないのである。

SCMのスケジューリング問題において、TOCは典型的な低エントロピー源であろう。なぜなら、多目的かつ複雑な（高エントロピーの）スケジューリングのための情報からTOCがエントロピーを奪い取ることにより、シンプルな（低エントロピーの）スケジューリングを可能にするからである。すなわち、

SCMのスケジューリングにおいてTOCは、意思決定のあいまいさ、言い換えれば情報処理過程の行動エントロピー[26], [27]を減少させる役割を果たすのである。このような考え方にに基づき、筆者[8]は図2のような「TOCに関する低エントロピー源フレームワーク」を提案している。

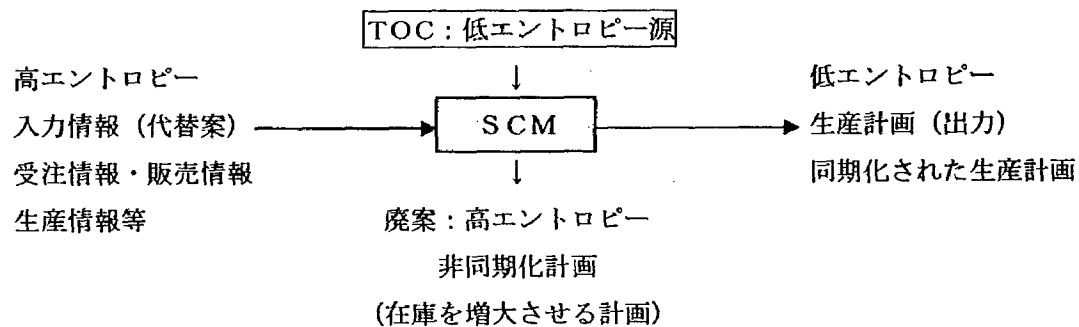


図2. TOCに関する低エントロピー源フレームワーク (筆者[8])

図2は、相対的に高いエントロピーを持つ入力情報からTOC (低エントロピー源) が高エントロピーの雑音を奪い取り、その分だけ出力情報 (生産計画) の価値が高まることを表している。言い換えれば、TOCに基づくスケジューリングが行動エントロピーを低下させる分だけ情報の価値を高めるのである。

これは、槌田[28]の指摘する「物理価値+エントロピー=一定」という枠組みに沿った視点であり、その物理価値を情報の価値に置き換えたものとなる。さらに、低エントロピー源 (TOC) がエントロピーを奪い取ることによって高まった情報の価値が、シャノンの情報理論における「情報量」に相当するのである。

## 7. 生産計画の低エントロピー源フレームワーク

前節では、筆者[8]の「TOCに関する低エントロピー源フレームワーク」に基づき、SCMにおいてTOCが、スケジューリングの際の行動エントロピーを減少させる「低エントロピー源」の役割を果たすことを指摘した。その際の基本的な考え方は、TOCの「ボトルネックにすべての工程を合わせ込む」という同期化のロジックが、スケジューリングにおける行動エントロピー (行動のあいまいさ) を小さくするところにある。TOCは、生産計画の作成の際に、同期化にとってふさわしい計画とふさわしくない計画を明らかにするための基準となる。これにより、各工程はサプライチェーンの構成要素としてふさわしくない計画を捨て、ふさわしい計画を選択するようになるのである。

これと同様のことが、JITシステムやMRPシステムの「最終工程にすべての工程を合わせ込む」という同期化ロジックに関してもいえるのではないと思われる。このロジックが、JITシステムやMRPシステムにおいてスケジューリングの際のあいまいさ (エントロピー) を奪い取り、すべての工程を同期化の方向へと導くことにより、価値の高い低エントロピーの情報 (生産計画) が作成されるのである。

このように考えていくと、SCMにしてもJITシステムやMRPシステムにしても、「ある工程にすべての工程を合わせ込む」という同期化ロジックが低エントロピー源となり、スケジューリングの際のあいまいさ（エントロピー）を奪い取ることにより、すべての工程が同期化された生産計画、言い換えればジャスト・イン・タイムの生産計画が作成されることがわかる。

そこで、筆者ら[29]は「TOCに関する低エントロピー源フレームワーク」[8]を一般化して同期化ロジックへと拡張することにより、図3のような「生産計画の低エントロピー源フレームワーク」を提案している。

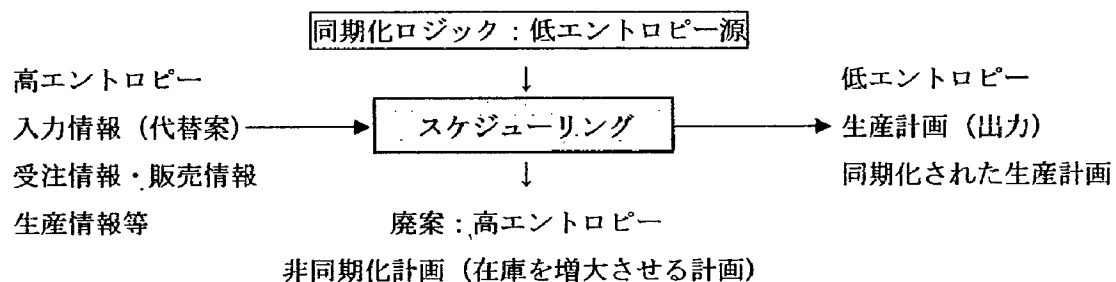


図3. 生産計画の低エントロピー源フレームワーク[29]

図3は、企業あるいは企業群（例えば、サプライチェーン）において生産計画を作成しようとする際、相対的に高いエントロピーを持つ入力情報から同期化ロジック（低エントロピー源）がエントロピーを奪い取り、その分だけ出力情報（生産計画）のエントロピーを減少させることを示している。これにより出力された情報は、同期化された（ジャスト・イン・タイムの）生産計画、仕掛り在庫を極小化する生産計画、限りある資源をムダに使用しない生産計画となる。また、仕掛り在庫を増大させるような非同期化された計画は、同期化ロジック（低エントロピー源）がエントロピーを奪い取ることによって、高エントロピーの廃案となるのである。

こういったSCMやJITシステム・MRPシステムにおけるエントロピーの減少は、出力情報（生産計画）の価値を高めることを意味する。すなわち、同期化ロジックに基づくスケジューリングが生産管理において情報の価値を高めることになる。このことから、企業環境がかつてない勢いで変化し、少しでも気を緩めるとすぐに仕掛り在庫が増大してしまう状況にある現在の企業にとって、低エントロピー源としての同期化ロジックの果たすべき役割は非常に大きいことが理解されよう。

## 8. TOCにおける「分散化された低エントロピー源」の概念

図3からもわかるように、同期化ロジックはスケジューリング問題に介在するエントロピーを奪い取り、価値の高い情報（生産計画）を生み出す源泉（低エントロピー源）となる。SCMにおいては、TOCの「ボトルネックにすべての工程を合わせ込む」というロジックが、またJITシステムやMRPシステム

ムでは「最終工程にすべての工程を合わせ込む」というロジックが、それぞれこの低エントロピー源に相当する。その意味で、両者はともに「ある工程にすべての工程を合わせ込む」というシンプルなロジックが、シンプルなスケジューリングを可能にしているのであるが、両者の間の、合わせ込むべき対象の違い（ボトルネックと最終工程）が、それぞれのシステムにおけるマネジメントの方向性を特徴づける要因となっている。

筆者ら[29]は、このような異なる低エントロピー源としての位置づけに注目し、「分散化された低エントロピー源」と「集中化された低エントロピー源」の概念を提示している。前者（分散化された低エントロピー源）はSCMに対する概念であり、後者（集中化された低エントロピー源）はJITシステムやMRPシステムに対する概念である。

JITシステムやMRPシステムでは、すべての工程が合わせ込むべき標的（最終工程）が明確であり、この面でのあいまいさは基本的に存在しない。そのため、非常にシンプルなスケジューリングが可能であると同時に、最終工程中心のマネジメントが展開される。そういった意味において、JITシステムやMRPシステムの低エントロピー源は最終工程に集中化されており、筆者ら[29]はこれを「集中化された低エントロピー源」と呼んでいる。

一方、SCMにおいては、「ボトルネックにすべての工程を合わせ込む」というTOCのロジックが、複雑なスケジューリング問題を簡素化するのであるが、JITシステムやMRPシステムとは異なり、一般に、合わせ込むべき標的が一つの工程には固定されない。複数の工程がボトルネックとなる可能性を持つだけでなく、それが時間とともに変動することは、前述の「TOCのジレンマ・モデル」の示唆するところである。すなわち、SCMの生産計画における低エントロピー源は多くの工程に分散化しており、筆者ら[29]はこれを「分散化された低エントロピー源」と呼んでいる。さらに、この「分散化された低エントロピー源」がボトルネックの把握を困難にし、TOCのジレンマを生じさせるのである。

SCMの「分散化された低エントロピー源」と、JITシステムやMRPシステムの「集中化された低エントロピー源」の概念は、生産管理における各システムの位置づけに関して下記のような示唆を与えるものである[29]。

- ①SCM, JITシステム, MRPシステムは、いずれも低エントロピー源としての同期化ロジックを持ち、この低エントロピー源がシンプルなスケジューリングを可能にしている。
- ②上記のように、これらはいずれも同期化ロジックが低エントロピー源となっているため、仕掛り在庫の極小化を中心に据えたシステムである。
- ③SCMに比較して、JITシステムやMRPシステムは、低エントロピー源が集中化している分、よりシンプルなスケジューリングが可能である。
- ④SCMでは、低エントロピー源が分散化しているため、工程間の行動の基盤をそろえるべく、受注・販売・生産等の情報共有が重要な課題となる。
- ⑤SCMでは、「分散化された低エントロピー源」が時間とともに変動するため、JITシステムやMRPシステム以上に柔軟な対応が求められる。

⑥多くの場合、JITシステムやMRPシステムが強者（最終工程を持つ中核企業・系列親企業）に軸足を置いたシステムであるのに対して、SCMは弱者（ボトルネック）に焦点を当てたシステムである。

## 9. 生産管理における「業務プロセスと低エントロピー源のC-Dフレームワーク」の提案

前節では、SCMの「分散化された低エントロピー源」と、JITシステムやMRPシステムの「集中化された低エントロピー源」の概念[29]について検討したが、ここではこの低エントロピー源の集中化・分散化と業務プロセスの集権性・分権性とを組み合わせを考えることにより、SCM、JITシステム、MRPシステムに、筆者らの提案しているMAPS-TOC[23]を加えた4つのシステムの特性を簡潔な形式で記述することを試みる。

まず、各システムにおける業務プロセスの集権性・分権性について考えてみると、前述のように、JITシステムとSCMはともに実務担当者の主体的問題解決や水平的コーディネーション、さらには個の自律性の尊重を基本としているため、分権的な業務プロセスとして位置づけることができる。また、MRPシステムについては、センターによる垂直的ヒエラルキー・コントロール（二重に垂直的）を基本としていることから、集権的な業務プロセスであることがわかる。さらに、MAPS-TOCは、MRPシステムにおけるMPSのみを作成するシステムであり、実際の手配・管理（例えば、オーダー発行、入出庫、原価管理）についてはMRPシステムが行なうため、やはりその業務プロセスは集権的である。そういった意味では、本来「MAPS-TOC+MRPシステム」と表記すべきかもしれないが、ここでは簡単のため単に「MAPS-TOC」と表記していくことにする。

次に、低エントロピー源の集中化・分散化について考えてみると、JITシステムとMRPシステムはいずれも最終工程にすべての工程を合わせ込むため、「集中化された低エントロピー源」として位置づけることができる。これに対して、SCMとMAPS-TOCはともにTOCを低エントロピー源としており、その意味から低エントロピー源は分散化している。なぜなら、TOCのロジックはボトルネックにすべての工程を合わせ込むというものであり、そのときの状況によって、異なる工程がボトルネックとなるため、多くの工程が低エントロピー源となる可能性を秘めているからである。

以上のような観点から、本研究では、図4に示す「業務プロセスと低エントロピー源のC-Dフレームワーク」を提案する。ただし、ここでいう「C-D」とは、Cが集中・集権（Centralization）、Dが分散・分権（Decentralization）を意味する。すなわち、業務プロセスと低エントロピー源のそれぞれについて、集中・集権（C）と分散・分権（D）の組み合わせにより、上記の4システムを図示しようとするのである。

図4により、JITシステム、MRPシステム、SCMといった、すべて「同期化」をめざす生産管理システムの類似点・相違点を、簡潔な形式で比較することができる。JITシステムとMRPシステムの類似点は「集中化された低エントロピー源」にあり、相違点は業務プロセスの分権性（JITシステム）



と集権性（MRPシステム）にあることがわかる。また、SCMとJITシステム・MRPシステムとの間の相違点が、低エントロピー源の分散化（SCM）と集中化（JITシステム・MRPシステム）にあり、SCMとJITシステムの類似点が個の自律性を前提とした「分権的な業務プロセス」にあることも理解される。

それと同時に、提案フレームワークは、筆者らの学術フロンティア研究プロジェクトが開発したMAPS-TOC[15]の、生産管理における位置づけを把握し易いものとしている。すなわち、JITシステム、MRPシステム、SCMといった現在の生産管理をリードするシステムがカバーしていない、集権的な業務プロセス（C）と分散化された低エントロピー源（D）の組み合わせ（C-D）に位置づけられるということである。また、MAPS-TOCは、集権的な業務プロセス（C）という点でMRPシステムと共通しており、また分散化された低エントロピー源（D）という点でSCMと共通していることが、図4より理解されよう。

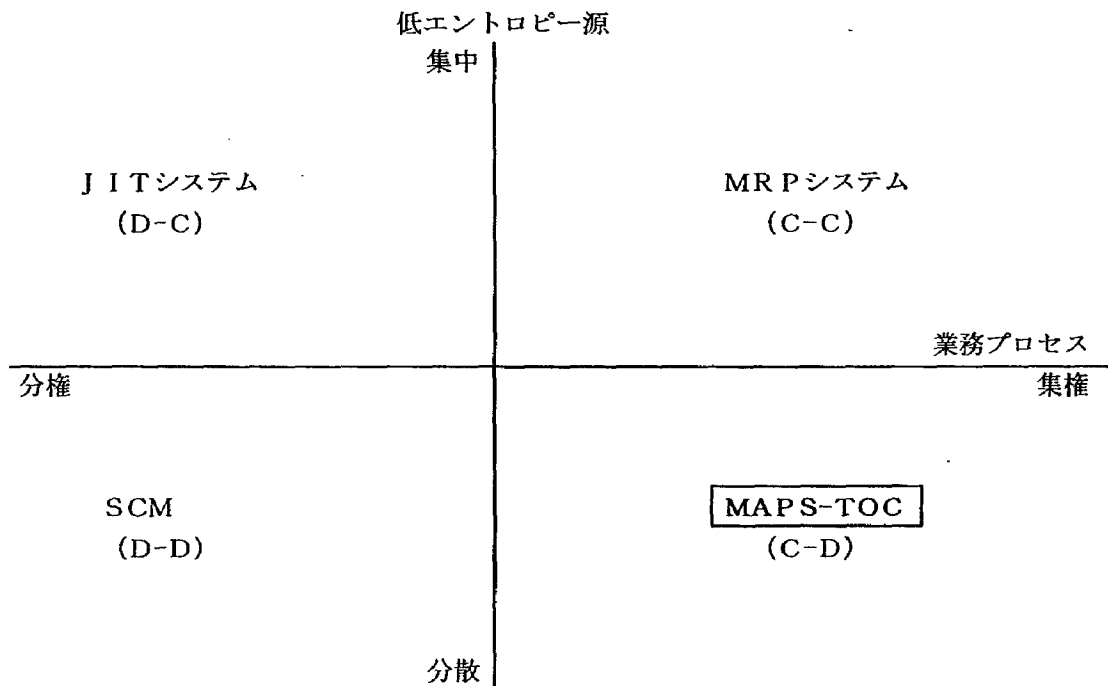


図4. 生産管理における「業務プロセスと低エントロピー源のC-Dフレームワーク」

## 10. おわりに

本研究では、JITシステム、MRPシステム、SCMといった、いずれも生産活動の「同期化」をめざすシステムに焦点を当て、筆者の「TOCに関する低エントロピー源フレームワーク」[8]をJITシステムやMRPシステムへと拡張した「生産計画の低エントロピー源フレームワーク」[29]を基に、上記の3システムにおいて、「ある工程にすべての工程を合わせ込む」という同期化ロジックが、スケジューリングに介在するエントロピーを奪い取り、すべての工程を同期化させる生産計画という価値の高い（低エントロピーの）情報を生成する役割を果たすことを示唆した。また、筆者ら[29]の「分散化された低エントロピー源」と「集中化された低エントロピー源」の概念に基づき、JITシステムやMRPシステムが最終工程（多くの場合、中核企業）のみに生産計画の低エントロピー源を「集中化」させているのに対し、SCMでは多くの工程が低エントロピー源となりうるという、「分散化」された同期化ロジックを有していることを指摘した。

さらに、業務プロセスと低エントロピー源のそれぞれについて、集中・集権（C）と分散・分権（D）の組み合わせにより、SCM、JITシステム、MRPシステム、および筆者らの開発したMAPS-TOC[23]の特性を視覚的に記述するための「業務プロセスと低エントロピー源のC-Dフレームワーク」を提案した。これにより、JITシステム、MRPシステム、SCMといった現在の生産管理をリードするシステムがカバーしていない、集権的な業務プロセス（C）と分散化された低エントロピー源（D）の組み合わせ（C-D）にMAPS-TOCが位置づけられるという視点を提示した。

本研究の提案フレームワークが、企業あるいはサプライチェーンにおいて「生産活動の同期化をいかにして進めるか？」を検討する際に、若干なりとも貢献することができれば、筆者として幸いである。

（注1）筆者が研究代表者を務める「先端的グローバル・ビジネスとITマネジメント-Global e-SCMに関する研究」大型研究プロジェクトでは、2002年4月に文部科学省より学術フロンティア推進事業の認定を受け、2007年3月までの5年間の計画でGlobal e-SCMの理論構築とそれをサポートするための情報システム（Global MAPS-TOC）の開発を進めている。MAPS-TOC（MAster Production Schedule system based on the Theory Of Constraints[23]）は、このGlobal MAPS-TOCの基礎となるシステムであり、すでに、2003年度までの2年間で開発が終了している。この後の3年間でMAPS-TOCをGlobal展開していく際に必要となる要素を組み込むことにより、Global MAPS-TOCへと拡張していく計画である。

（注2）筆者は、先行研究[10]において、サプライチェーンを一つのシステム（図5）として捉え、SCMにおけるスループットを下記のように定式化している。

サプライチェーンは、一般にサプライヤー、メーカー、キャリアー、ディストリビューター、小売業者等で構成される多段階のシステムである。これらの各段階を「工程  $i$ 」と呼ぶことにすれば「 $m$

個の工程」から構成されるサプライチェーンを考えることになる。

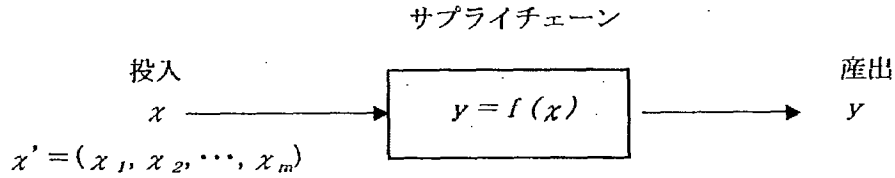


図 5. サプライチェーンのシステム表現（筆者[10]）

このサプライチェーンにおいて、各工程  $i$  ( $i=1, 2, \dots, m$ ) はサプライチェーンの外部から財  $x_i$  を投入し、価値を高める活動を行なう。このとき、スループット  $p$  は、産出と投入の差として(1)式のように表される。

$$p = y - x' \cdot I \quad (1)$$

ただし、 $x = (x_i)$ ,  $I' = (1, 1, \dots, 1)$

ここで、戦略  $j$  ( $j=1, 2, \dots, n$ ) を考えると、これらの戦略  $j$  は、サプライチェーン全体の経営資源をいかに配分するかを表すものであり、その配分の仕方によって投入と産出の関係（スループット）が異なってくる。そこで、投入、産出、スループットに添字  $j$  を導入することにより、(1)式は次のように書き換えられる。

$$p_j = y_j - x'_j \cdot I \quad (2)$$

TOCは、スループット  $p_j$  をなるべく大きくするための、ボトルネックに注目した戦略であるため、サプライチェーンの中で制約条件となるボトルネック工程を  $i=0$  で表せば、すべての工程をボトルネックの処理速度  $v_0$  に合わせ込むことになる。これは、SCMにおける「同期化」(synchronization) を意味する。このとき、すべての工程において仕掛り在庫は基本的に発生しないため、サプライチェーン外部からの投入量と内部の経営資源がムダなく産出に結びつくことになる。

このようなボトルネックに合わせこむ戦略を  $j=0$  で表せば、 $x = (x_{i0})$  は処理速度  $v_0$  に必要な外部からの投入量となる。TOCの基本的な考え方は、他の多くの戦略  $j$  ( $j=1, 2, \dots$ ) に対して次式が成立することである。

$$p_0 = y_0 - x'_0 \cdot I > p_j = y_j - x'_j \cdot I \quad (3)$$

(3)式は、TOCに従った戦略  $j=0$  を選択した場合の産出と外部からの投入との差、すなわちスループット  $p_o$  が、他の戦略  $j=1, 2, \dots$  を取った場合のスループットよりも大きいことを示している。さらにTOCでは、一度ボトルネックの処理速度  $v_o$  に合わせ込んだ後、すべての工程を同期化させながら処理速度を向上（改善）させていくことになる。したがって、改善を開始してから  $t$  時点後の改善率を  $\alpha(t)$  とすれば、すべての工程の処理速度は常に等しく  $\alpha(t) \cdot v_o$  となる。また、 $t$  時点後の産出も同様に、 $\alpha(t) \cdot y_o$  となる。

ここで、もし処理速度の向上にともない、各工程  $i$  における、サプライチェーン外部からの投入量も  $\alpha(t)$  倍になるとすれば、 $t$  時点後の投入量ベクトル  $x_o(t)$  は、

$$x_o(t) = (\alpha(t) \cdot x_{io}) = \alpha(t) \cdot (x_{io}) \quad (4)$$

となる。このとき、 $t$  時点後のスループット  $p_o(t)$  は、

$$p_o(t) = y_o(t) - x'_o(t) \cdot I = \alpha(t) \cdot (y_o - x'_o \cdot I) = \alpha(t) \cdot p_o \quad (5)$$

となる。すなわち、すべての工程の処理速度を同期化させながら  $\alpha(t)$  倍に改善することにより、スループット  $p_o(t)$  も  $\alpha(t)$  倍に向上させることができるのである。ここで注意すべきことは、すべての工程を同期化させながら改善を進めていくために、処理速度が上昇しても仕掛り在庫が発生しないことである。このことが、(3)式におけるTOCの優位性をさらに拡大させるのである。

## <参考文献>

- [1] 山下洋史, 諸上茂登, 村田潔編著: グローバルSCM, 有斐閣 (2003)
- [2] 明治大学「先端的グローバル・ビジネスとITマネジメント」大型研究プロジェクトTOC戦略サブプロジェクト編: “2002 年度TOC戦略サブプロジェクト研究論文集”, 明治大学グローバルe-SCM研究センター (2003)
- [3] 明治大学「先端的グローバル・ビジネスとITマネジメント」大型研究プロジェクト編: “2003 年度大型プロジェクト研究成果報告集”, 明大商学論叢, Vol.86 特別号 (2004)
- [4] 明治大学「先端的グローバル・ビジネスとITマネジメント」大型研究プロジェクト編: “2003 年度大型プロジェクト研究論文集”, 明治大学グローバルe-SCM研究センター (2004)
- [5] 藤野直明: 「サプライチェーン その本質と企業戦略」, ダイヤモンド・ハーバード・ビジネス編集部編『サプライチェーン 理論と戦略』, ダイヤモンド社 (1998)
- [6] 圓川隆夫: 「制約条件の理論が可能にするサプライチェーンの全体最適」, ダイヤモンド・ハーバード・ビジネス編集部編『サプライチェーン 理論と戦略』, ダイヤモンド社 (1998)
- [7] 山下洋史: “ロット生産方式におけるTOCのジレンマ・モデル”, 第29回日本経営システム学会全

明治大学社会科学研究所紀要

国研究発表大会講演論文集, pp. 171-174 (2002)

- [8] 山下洋史: "TOCに関する低エントロピー源フレームワーク", 第 29 回日本経営システム学会全国研究発表大会講演論文集, pp. 51-54 (2002)
- [9] 加藤治彦, 竹之内隆, 村上悟: TOC戦略マネジメント, 日本能率協会マネジメントセンター (1999)
- [10] 山下洋史: "e-SCMに関するTOC戦略フレームワーク", 明大社研紀要, Vol. 40, No. 2, pp. 57-7 (2002)
- [11] 山下洋史: "組織における学習の二面性に関する研究", 日本経営工学会誌, Vol. 45, No. 3, pp. 53-56 (1994)
- [12] 旭貴朗: 「階層システム」(高原康彦, 中野文平編『経営システム』第6章), 日刊工業新聞社 (1991)
- [13] Goldratt, E. M.: The Goal (2nd revised edition), North River Press (1992)
- [14] 田中政光: イノベーションと組織選択, 東洋経済新報社 (1990)
- [15] 山下洋史: "サプライチェーン・マネジメントと拡張代替的双対モデル", 明大商学論叢, Vol. 83, No. 2, pp. 213-232 (2001)
- [16] 山下洋史, 金子勝一編著: 情報化時代の経営システム, 東京経済情報出版 (2001)
- [17] Lancioni, R. A., Smith, M. F. and Oliva, T. A.: "The Role of the Internet in Supply Chain Management," Industrial Marketing Management, No. 29, pp. 45-56 (2000)
- [18] 山下洋史: "日本企業の組織特性とリエンジニアリング", 日本経営システム学会誌, Vol. 14, No. 1, pp. 43-48 (1997)
- [19] 山下洋史編著, 金子勝一, 田島悟著: On the Job Computing, 経林書房, 1998
- [20] 金子勝一, 山下洋史: "情報の活性化と透明化に関する研究", 日本経営システム学会誌, Vol. 14, No. 2, pp. 85-90 (1998)
- [21] 金子勝一, 山下洋史: "組織と情報の活性化のための職場内コンピューティング", 日本経営システム学会誌, Vol. 14, No. 2, pp. 91-96 (1998)
- [22] 山下洋史: "職場内情報処理教育訓練について", 日本経営システム学会誌, Vol. 16, No. 1, pp. 59-64 (1999)
- [23] 山下洋史, 金子勝一, 松田健, 臼井哲也, 西剛広, 永倉淳市: "TOCに基づく基準生産計画作成システム (MAPS-TOC) の概要", (明治大学「先端的グローバル・ビジネスとITマネジメント」大型研究プロジェクト編「2003 年度大型プロジェクト研究論文集」, pp. 1-26), 明治大学グローバルe-SCM 研究センター (2004)
- [24] 山下洋史: 人的資源管理の理論と実際, 東京経済出版 (1996)
- [25] 青木昌彦: 日本企業の組織と情報, 東洋経済新報社 (1989)
- [26] 西川智登, 清水静江, 宮本日出雄: "意志決定過程における入力情報に対する判断力の構造", 日本経営システム学会誌, Vol. 9, No. 1, pp. 35-41 (1992)
- [27] 山下洋史, 松丸正延: "ファジィ事象の確率を用いた行動エントロピーの分析モデル", 日本経営シ

ステム学会誌, Vol. 13, No. 1, pp. 33-38 (1996)

[28] 槌田敦: “核融合発電の限界と資源物理学ノート”, 日本物理学会第 31 回年会提出論文 (1976)

[29] 西剛広, 山下洋史, 金子勝一, 松田健: “「分散化された低エントロピー源」としてのTOC”, 第 33 回日本経営システム学会全国研究発表大会講演論文集, pp. 118-121 (2004)

(やました ひろし)